



TUGAS AKHIR - TK 145501

PEMBUATAN ASAM CUKA DARI NIRA SIWALAN DENGAN PROSES FERMENTASI

DIMAS LUTHFI RAMADHANI
NRP. 1041150000070

Dosen Pembimbing:
Ir. Elly Agustiani, M.Eng
NIP. 19580819 198601 2 002

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TK145501

**PEMBUATAN ASAM CUKA DARI NIRA SIWALAN
DENGAN PROSES FERMENTASI**

DIMAS LUTHFI RAMADHANI
NRP. 10411500000070

Dosen Pembimbing :
Ir. Elly Agustiani, M. Eng.
NIP. 19580819 198601 2 002

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TK145501

**MAKING OF VINEGAR FROM SIWALAN PALM
WITH FERMENTATION PROCESS**

DIMAS LUTHFI RAMADHANI
NRP. 10411500000070

Supervisor :
Ir. Elly Agustiani, M. Eng.
NIP. 19580819 198601 2 002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of VOCATIONAL
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

**LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
PEMBUATAN ASAM CUKA DARI NIRA SIWALAN
DENGAN PROSES FERMENTASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli
Madya pada Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dimas Luthfi Ramadhani (NRP 10411500000070)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :
Dosen Pembimbing



Ir. Elly Agustiani, M.Eng
NIP. 19580819 198601 2 002

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS**



Ir. Agung Subyakto, MS
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 1 AGUSTUS 2018

LEMBAR REVISI

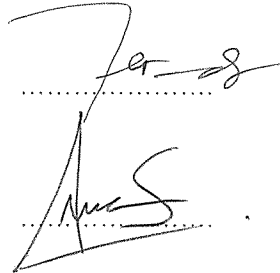
Telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil ujian tugas akhir pada 3 Juli 2018 untuk tugas akhir dengan judul **“Pembuatan Asam Cuka dari Nira Siwalan dengan Proses Fermentasi”**, yang disusun oleh :

Dimas Luthfi Ramadhani (NRP 10411500000070)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

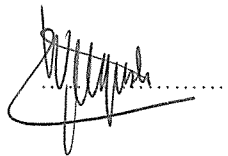
1. Achmad Ferdiansyah P. P., ST, MT

2. Ir. Agus Surono, M.T.

The image shows two handwritten signatures. The first signature, for Achmad Ferdiansyah P. P., is written in black ink and is somewhat stylized. The second signature, for Ir. Agus Surono, is also in black ink and is more fluid and cursive.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Elly Agustiani, M.Eng

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be that of Ir. Elly Agustiani. The signature is written in a cursive style.

SURABAYA, 1 AGUSTUS 2018

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **Pembuatan Asam Cuka dari Nira Siwalan dengan Proses Fermentasi**. Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu mengenal prinsip-prinsip perhitungan dari peralatan-peralatan industri terutama industri kimia yang telah dipelajari di bangku kuliah serta aplikasinya dalam sebuah perencanaan pabrik.

Penulis menyampaikan terima kasih yang kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir yang telah penulis buat, antara lain kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Ayah, Ibu, keluarga, dan teman-teman yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto, M.S. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Ibu Ir. Elly Agustiani, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Bapak Achmad Ferdiansyah P.P, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Agus Surono, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Departemen

Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

6. Ibu Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, M.T. selaku Dosen Wali kami di kampus Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Segenap Dosen, staff dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2015 Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, 31 Juli 2018

Penulis

PEMBUATAN ASAM CUKA DARI NIRA SIWALAN DENGAN PROSES FERMENTASI

Nama Mahasiswa : Dimas Luthfi Ramadhani 10411500000070
Program Studi : Departemen Teknik Kimia Industri
Dosen Pembimbing : Ir. Elly Agustiani, M.Eng

ABSTRAK

Cuka adalah suatu kondimen yang dibuat dari bahan yang bergula atau berpati melalui fermentasi alkohol yang diikuti dengan fermentasi asetat. Nira siwalan merupakan suatu jenis cairan atau ekstrak yang mengandung kadar gula relatif tinggi. Adapun tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pembuatan asam asetat dari buah siwalan dengan proses fermentasi, serta untuk ntuk mengetahui cara membuat asam asetat dari nira siwalan sesuai dengan SNI.

*Pada penelitian ini penulis memanfaatkan nira siwalan untuk dijadikan asam cuka dan mengetahui konsentasi asam cuka dari pembuatan asam cuka dari nira siwalan. Tahap yang pertama adalah pre-treatment memanaskan nira siwalan pada suhu 70°. Tahap kedua adalah melakukan fermentasi yang pertama secara anaerob selama 24 jam dengan mikroba *saccharomycest cerevisiae*. Tahap ketiga adalah menganalisa kadar etanol pada nira siwalan yang sudah ditambahkan *saccharomyces cerevisiae* dengan analisa distilasi. Tahap keempat adalah fermentasi dengan *acetobacter aceti* yaitu dengan ditambahkan nya *acetobacter aceti* kedalam nira siwalan dan didiamkan secara aerob selama 5 hari. Tahap kelima adalah menganalisa hasil fermentasi *acetobacter aceti* dengan analisa titrasi.*

*Dari percobaan yang dilakukan, hasil yang mengecil dikarenakan faktor asam yang tidak sesuai dengan pH optimal dari *acetobacter aceti*. Di pH 3 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 0,33%, Di pH 3,5 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 0,525%, Di pH 4 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil*

asam cuka 0,9%, Di pH 5 fermentasi acetobacter aceti pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 2,595%. Semakin besar pH fermentasi, maka semakin besar konsentrasi asam asetat yang didapat. Penurunan pH kecil mempengaruhi pembuatan asam cuka, penurunan kadar asam cuka dipengaruhi dari pH yang kecil sedangkan optimal fermentasi acetobacter aceti pada pH 5-6.

Kata Kunci : Siwalan, Bakteri, Fermentasi, Asam Cuka

MAKING OF VINEGAR FROM SIWALAN PALM WITH FERMENTATION PROCESS

Student Name : Dimas Luthfi Ramadhani 10411500000070
Department : Departement Of Chemical Engineering Industry
Supervisor : Ir. Elly Agustiani, M.Eng

ABSTRACT

Vinegar is a condiment made from sugary or starchy material through alcohol fermentation followed by acetic fermentation. Nira siwalan is a type of liquid or extract containing relatively high sugar content. The purpose of this research is to know how to make acetic acid from siwalan fruit with fermentation process, and to know how to make acetic acid from siwalan nira according to SNI.

*In this study the authors utilize siwalan nira to be used as vinegar acid and know the concentration of vinegar from the manufacture of vinegar from siwalan nira. The first stage is pre-treatment of heating sap nira at 70o. The second stage is to conduct an anaerobic first fermentation for 24 hours with *saccharomyces cerevisiae* microbe. The third stage is to analyze the ethanol content in the siwalan palm that has been added *saccharomyces cerevisiae* with distillation analysis. The fourth stage is fermentation with *acetobacter aceti* by adding its *acetobacter aceti* into siwalan nira and silenced aerob for 5 days. The fifth stage is to analyze the results of *acetobacter aceti* fermentation with titration analysis.*

*From the experiments performed, the results were reduced due to acid factors that did not correspond to the optimal pH of *acetobacter aceti*. At pH 3 *acetobacter aceti* fermentation at 24 hours with a distilled analysis obtained 0.33% vinegar yield, At pH 3.5 *acetobacter aceti* fermentation at 24 hours with the distal analysis obtained 0.525% vinegar result, At pH 4 fermentation *acetobacter aceti* at 24 hours with the distal analysis obtained 0.9% vinegar result, At pH 5 *acetobacter aceti* fermentation at 24 hours with the analysis of distalation to get the result of 2.595% vinegar. The larger the fermentation pH, the greater the*

concentration of acetic acid obtained. A small pH decrease affects the manufacture of vinegar, the decrease in vinegar content is affected by the small pH while the optimal fermentation of acetobacter aceti at pH 5-6.

Keywords : *Siwalan, Bacteria, Fermentation, Vinegar*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR i

ABSTRAK..... iii

ABSTRACTv

DAFTAR ISI..... vii

DAFTAR GAMBAR..... ix

DAFTAR GRAFIKx

DAFTAR TABEL..... xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah I-1

1.2 Perumusan Masalah..... I-3

1.3 Tujuan Pembuatan Produk I-4

1.4 Batasan Masalah I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Kakap..... II-1

2.2 Sisik Ikan Kakap..... II-2

2.3 Kolagen..... II-4

2.4 Gelatin II-5

2.5 Pembuatan Gelatin..... II-7

2.6 Hidrolisis II-8

2.7 Jenis-Jenis Gelatin II-11

2.8 Mutu Gelatin..... II-12

2.9 Pemanfaatan Gelatin..... II-13

BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

3.1 Bahan yang Digunakan..... III-1

3.2 Peralatan yang Digunakan III-1

3.3 Variabel yang Dipilih III-1

3.4 Prosedur Pembuatan	III-1
3.5 Diagram Alir Pembuatan Gelatin	III-5
3.6 Diagram <i>Block</i> Pembuatan Gelatin.....	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	IV-1
4.2 Pembahasan	IV-4
BAB V NERACA MASSA	
5.1 Neraca Massa pada Asam Asetat 7%	V-1
5.2 Neraca Massa pada Asam Sitrat 6%	V-4
BAB VI NERACA PANAS	
6.1 Neraca Panas pada Proses Degreasing	VI-1
6.2 Neraca Panas pada Proses Hidrolisis.....	VI-2
6.3 Neraca Panas pada Proses Pendinginan.....	IV-3
BAB VII ESTIMASI BIAYA	
7.1 Estimasi Biaya Gelatin dari Perendaman dengan Asam Asetat	VII-1
7.2 Estimasi Biaya Gelatin dari Perendaman dengan Asam Sitrat.....	VII-8
BAB VIII PENUTUP	
8.1 Kesimpulan.....	VIII-1
8.2 Saran	VIII-1
DAFTARNOTASI	xii
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	
- Appendiks A	
- Appendiks B	
- Appendiks C	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Kakap Merah.....	II-2
Gambar 2.2 Jenis Sisik Ikan (a) Sisik <i>Ctenoid</i> , (b) Sisik <i>Cycloid</i>	II-3
Gambar 2.3 Struktur Kolagen	II-5
Gambar 2.4 Ikatan Kimia Gelatin	II-6
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Gelatin.....	III-6
Gambar 4.1 Hasil Analisa FTIR Gelatin dari Perendaman dengan Asam Asetat	IV-13
Gambar 4.2 Hasil Analisa FTIR Gelatin dari Perendaman dengan Asam Sitrat	IV-14
Gambar 4.3 Hasil Analisa FTIR Gelatin Komersil.....	IV-14

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Jenis Pelarut dan Konsentrasi Pelarut Terhadap Rendemen Gelatin	IV-7
Grafik 4.2 Hubungan Jenis Pelarut dan Konsentrasi Pelarut Terhadap Kadar Air Gelatin	IV-9
Grafik 4.3 Hubungan Jenis Pelarut dan Konsentrasi Pelarut Terhadap Kadar Abu Gelatin	IV-10
Grafik 4.4 Hubungan Jenis Pelarut dan Konsentrasi Pelarut Terhadap pH Gelatin	IV-12

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Mutu Gelatin berdasarkan SNI 1995	II-13
Tabel 2.1 Persyaratan Gelatin berdasarkan FAO.....	II-13
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Pembuatan Gelatin dengan Pelarut Asam Asetat	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Percobaan Pembuatan Gelatin dengan Pelarut Asam Sitrat	IV-2
Tabel 4.3 Hasil Rendemen Gelatin.....	IV-2
Tabel 4.4 Hasil Analisa Organileptik Gelatin.....	IV-3
Tabel 4.5 Hasil Analisa Kadar Air dan Kadar Abu Gelatin Sisik Ikan Kakap	IV-3
Tabel 4.6 Hasil Analisa pH Gelatin Sisik Ikan Kakap	IV-4
Tabel 7.1 Biaya Investasi Peralatan per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-1
Tabel 7.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Botol Gelatin dari Asam Asetat	VII-1
Tabel 7.3 Biaya Pendukung Utilitas per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-2
Tabel 7.4 Biaya Pendukung Lainnya per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-2
Tabel 7.6 Biaya Investasi Peralatan per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-1
Tabel 7.7 Biaya Kebutuhan Bahan Baku Produksi per Botol Gelatin dari Asam Asetat	VII-1
Tabel 7.8 Biaya Pendukung Utilitas per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-2
Tabel 7.9 Biaya Pendukung Lainnya per Bulan Gelatin dari Asam Asetat	VII-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuka adalah suatu kondimen yang dibuat dari bahan yang bergula atau berpati melalui fermentasi alkohol yang diikuti dengan fermentasi fermentasi asetat. Produk ini merupakan suatu larutan asam cuka dalam air yang mengandung cita rasa, zat warna dan substansi yang terekstrak, asam buah, ester-ester, garam-garam organik dari buah, yang berbeda-beda sesuai dengan asalnya (*Nurismanto, 2014*).

Dulu cuka dihasilkan oleh berbagai bakteri penghasil asam cuka, dan asam cuka merupakan hasil samping dari pembuatan bir atau anggur. Penggunaan asam cuka sebagai pereaksi kimia juga sudah dimulai sejak lama. Pada abad ke-3 Sebelum Masehi, filsuf yunani kuno *theophrastos* menjelaskan bahwa cuka bereaksi dengan logam-logam membentuk berbagai cat warna, misalnya timbal putih, yaitu suatu zat hijau campuran dari garam-garam tembaga dan mengandung tembaga (II) asetat. Bangsa romawi menghasilkan *sapa*, sebuah sirup amat manis, dengan mendidihkan anggur yang sudah asam. Sapa mengandung timbal asetat, suatu zat manis yang disebut juga gula timbal dan gula saturnus. Akhirnya hal ini berlanjut kepada peracunan dengan timbal yang dilakukan oleh para pejabat romawi (*Shakhashiri, 2008*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi pada pembuatan cuka yakni nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan dan perkembangan khamir, sebaiknya ditambahkan nutrisi sebanyak kurang lebih 1-2 g/L sari buah (0,1-0,2%). Jumlah starter optimum pada fermentasi alkohol adalah 2-5% (v/v). Sari buah yang diekstrak dari buah-buahan perlu dipekatkan terlebih



BAB I Pendahuluan

dahulu atau ditambahkan gula (sukrosa) sampai kandungan gulanya mencapai 10-25% (b/v). Konsentrasi oksigen, Konsentrasi alkohol yang digunakan sekitar 10-13% (Nurismanto, 2014).

Asam cuka merupakan bahan kimia dengan rumus CH_3COOH yang berupa zat cair dan memiliki bau yang khas. Serta asam cuka merupakan bahan kimia yang diimpor Indonesia dari berbagai negara. Asam cuka juga digunakan sebagai sektor contohnya pada pembuatan bioplastik yang digunakan sebagai bahan baku yang terpenting dalam pembuatan bioplastik yang merupakan plastik dapat terurai dengan tanah dengan cepat dibandingkan plastik biasanya. Asam cuka digunakan sebagai bahan perekat agar kitosan dapat terikat dengan protein maupun selulosa. Kegunaan lain dari asam cuka pada bidang farmasi sebagai bahan pembuatann zat aditif, fotografi, pembuatan terephalat dan insektisida (Othomer, 1991).

Vinegar (cuka) dibuat melalui 2 tahapan fermentasi. Pertama, fermentasi alkohol yaitu glukosa diubah menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob. Kedua, yaitu fermentasi asam cuka oleh *Acetobacter aceti* yang mengoksidasi alkohol menjadi asam cuka secara aerob. Kedua fermentasi tersebut biasanya dilakukan secara terpisah (Desrosier, 1988).

Cuka memiliki daya simpan yang lama disebabkan kandungan asetatnya. Sebanyak 0,1% asam cuka dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk spora penyebab keracunan makanan dan 0,3% asam cuka dapat mencegah kapang penghasil metoksin, (Daulay dan Rahman, 1992). Apabila kadar alkohol 14% atau lebih akan terbentuk suatu lapisan yang akan menghambat proses fermentasi, sehingga tidak semua alkohol dapat diubah menjadi asam cuka. Bila kadar alkohol kurang dari 1



atau 2% asam cuka yang terbentuk akan teroksidasi menjadi air dan karbondioksida (Hesty, 2015).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan asam cuka dari nira lontar atau buah siwalan dengan proses fermentasi.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara pembuatan asam cuka dari nira siwalan dengan menggunakan proses fermentasi?
2. Bagaimana cara menentukan perbandingan pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae* dan gula reduksi?
3. Bagaimanakah pengaruh pH terhadap konsentrasi asam cuka?

1.3 Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara pembuatan asam cuka dari nira siwalan dengan proses fermentasi.
2. Untuk mengetahui cara menentukan perbandingan pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae* dan gula reduksi.
3. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap konsentrasi asam cuka.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan baku utama pembuatan asam cuka yang digunakan adalah buah siwalan.



BAB I Pendahuluan

2. Dalam pembuatan asam cuka metode yang digunakan adalah metode fermentasi (*Saccharomyces Cerevisiae*) dan fermentasi (*acetobacter aceti*).

1.5 Manfaat Inovasi

Manfaat inovasi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah informasi tentang pembuatan asam cuka menggunakan nira siwalan dengan proses fermentasi dengan analisa distilasi.
2. Memanfaatkan nira siwalan menggunakan proses fermentasi dan distilasi menjadi asam cuka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pohon Siwalan



Gambar 2.1 Pohon Siwalan

Pohon siwalan yang memiliki nama latin *Borassus Flabellifer* adalah sejenis palma yang tumbuh di asia tenggara dan asia selatan. Di indonesia, pohon siwalan tumbuh di Jawa timur dan Jawa tengah bagian timur, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi. Pohon siwalan atau pohon borassus flabellir di beberapa daerah disebut sebagai pohon siwalan (sunda, jawa, dan bali), lontar (minangkabau), taal (madura), dun tal (saksak), jun tal (sumbawa), tala (sulawesi selatan), *Borassus Flabellifer* (toraja), lontoir (ambon), manggitu (sumba) dan tua (timor). Dalam bahasa inggris disebut sebagai *Borassus Flabellifer* (Rkhhooirinnisak, 2010).

Siwalan atau *Borassus Flabellifer* merupakan tumbuhan besar yang termasuk genus *Borassus* dalam famili *Palmae* (Burkill, 1935). Jenis palma ini merupakan tanaman yang tumbuhnya tunggal dan berbatang lurus yang dapat mencapai tinggi 30 meter. Batangnya seperti batang tanaman kelapa bahkan



BAB II Tinjauan Pustaka

lebih besar. Kulit batangnya lebih halus dan berwarna agak kehitamhitaman. Daunnya berbentuk seperti kipas yang bulat. Tepinya mempunyai banyak lekuk dan lancip. Daun yang sudah tua tidak segera luruh tapi tetap melekat pada ujung batang sehingga tajuknya menjadi bulat (*Sastrapraja et al., 1980*).

Pohon siwalan *Borassus Flabellifer* memiliki beberapa ciri khas, yaitu

1. Diameter batang sekitar 60 cm.
2. Daunnya besar-besar mengumpul dibagian ujung batang membentuk tajuk yang membulat. Setiap helai daunnya serupa kipas dengan diameter mencapai 150 cm. Tangkai daun mencapai panjang 100 cm.
3. Buah *Borassus Flabellifer* (siwalan) dalam tandan dengan jumlah sekitar 20-an butir. Buahnya bulat dengan diameter 7-20 cm, ungu tua sampai hitam, dengan puncak kekuningan. Buahnya berisi 3 bakal biji. Daging buah muda warna putih kaca/transparan, daging dewasa/tua yang jika dibiarkan akan dapat berkecambah. Berbeda dengan buah kelapa yang setiap buah nya hanya mengandung satu lembaga, buah siwalan selalu mengandung tiga buah lembaga. Setiap lembaga berada dalam tempurung sendiri-sendiri yang didalamnya terdapat daging buah dan air sama seperti yang didapat pada kelapa. Daging buah muda dimanfaatkan untuk makanan layaknya kelapa muda, namun berbeda dengan buah tua, buah siwalan tua tidak bisa dimakan karena terlalu keras dan kekenyalan melampaui kekuatan kita untuk menggigitnya dan mengunyahnya. Buah siwalan merupakan sumber karbohidrat berupa sukrosa, glukosa dan air, kadar protein dan lemaknya sangat rendah dibawah 1% serta sedikit serat (*Rkhoorinnisak, 2010*).



2.2 Nira Siwalan

Nira siwalan merupakan suatu jenis cairan atau ekstrak yang mengandung kadar gula relatif tinggi, berasal dari tanaman-tanaman. Dalam keadaan segar nira mempunyai rasa manis dan berbau harum serta memiliki derajat keasaman dengan pH sekitar 5,5-6 kadar surkosa >12%, dan kadar alkohol <5%. Rasa manis pada nira disebabkan adanya zat gula, yaitu : sukrosa, glukosa, fruktosa dan karbohidrat lainnya. Nira juga mengandung protein, lemak, bahan abu dan sejumlah air. Komposisi nira dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, penumpukan dan pengairan (*Firmansyah, 1992*).



Gambar 2.2 Nira Siwalan

Nira siwalan mudah mengalami kerusakan yang umumnya ditandai dengan rasanya yang asam, berbuih dan berlendir karena aktivitas mikroba yang memfermentasi gula yang terdapat pada nira. Kandungan sukrosa yang cukup tinggi pada nira siwalan dapat menjadi media atau substrat yang baik untuk pertumbuhan mikroba (*Muchtadiet al, 2010*).

Legen (nira siwalan) yang disimpan pada suhu kamar akan mengalami proses fermentasi atau peragian gula karena adanya proses enzimatik. Bahan baku energi yang paling banyak



BAB II Tinjauan Pustaka

digunakan adalah glukosa. Metabolisme tipe anaerobik menghasilkan sejumlah kecil energi, karbondioksida, air, dan produk akhir metabolik organik lain, seperti asam laktat, asam cuka, dan etanol (Buckle *et.al*, 1985).

Dahulu legen dan tuak ditampung dalam bumbung bambu yang panjang nya sekitar 150 cm yang disebut bonjor. Bonjor terbuat dari bambu besar beberapa ruas, yang mana ruas-ruasnya yang menyekat dibuka. Di ujung kran bojor bisa menampung sekitar 10-20 liter tuak atau legen. Di ujung kran bonjor biasanya ditutup dengan belahan pita tipis dari daun siwalan sebagai alat penutup sekaligus penyaring legen dan tuak bila yang khas terbuat dari sekerat bambu dengan tinggi sekitar 10 cm yang dijadikan gelas minuman. Gelas inilah yang disebut dengan centhak. Hingga sekarang pun chentak masih sering ditemui dituban untuk gelas minuman legen.

Legen ini sebenarnya adalah nira yang keluar dari pohon siwalan melalui tangkai tandan bunga yang dipotong atau disadap. Tangkai tandan bunga inilah yang didalam bahasa orang tuban disebut dengan wolo. Ada 2 macam wolo atau tangkai tandan bunga jantan dan tangkai bunga betina. Sebenarnya semua tangkai bisa disadap air niranya, namun yang biasa diambil niranya adalah jantan. Sedangkan tangkai yang betina biasanya dibiarkan tidak disadap niranya karena dipelihara buahnya, nira yang telah disadap dari buah siwalan yang telah mengalami penurunan kualitas inilah yang kemudian disebut sebagai tuak. Tuak merupakan minuman hasil fermentasi dari legen yang mengandung alkohol dan bersifat memabukkan.

Kenaikan aktifitas enzim- enzim tersebut membuat kadar alkohol terus bertambah sampai 5–6 % dan akhirnya berkurang, sedangkan kadar asamnya akan terus bertambah. Untuk mengurangi kadar alkohol ini maka di lakukan pemanasan. Proses



pemanasan ini dilakukan untuk menghambat fermentasi dari mikroorganisme. Jika proses fermentasi mikroorganisme terhambat, maka kadar alkohol juga akan berkurang. Sel-sel spora mikroorganisme berbeda dalam hal ketahanannya terhadap suhu tinggi. Jumlah spora yang lebih banyak daripada sel, maka panas yang diperlukan untuk mematikan lebih banyak (*Hidayat, et al, 2006*).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa cairan nira yang diproduksi dari bahan baku yang mengandung pati dan gula melalui tahap proses fermentasi alkoholik pada suhu kamar 26 °C. Pada penelitian tersebut diperoleh kandungan etanol 4,3586 % dan asam cuka 4% pada waktu 28 jam (*Rahman, 1992*).

Tanaman, siwalan toleran terhadap kekeringan, kadang-kadang menjadi primadona di musim kemarau panjang. Di musim kemarau tanaman siwalan justru memberi hasil yang maksimal dibandingkan hasil pertanian lainnya yang menurun bahkan ada yang mati (*Firmansyah, 1992*).

Komposisi nira siwalan dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 2.1 Komposisi Nira Siwalan (*Firmansyah, 1992*)

Komposisi	Jumlah
Air	85,87
Protein	0,38
Surkosa	13,38
Lemak	0,1
Bahan Abu	0,27



Komposisi nira dari berbagai tanaman palmae seperti pada Tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Komposisi nira berbagai tanaman palmae (%)

Jenis Tanaman	Kadar Air	Kadar Gula	Kadar Protein	Kadar Lemak	Kadar Abu
Aren	88,85	10,02	0,23	0,02	0,03
Lontar	87,78	10,96	0,28	0,02	0,1
Nipah	86,3	12,23	0,21	0,02	0,43
Kelapa	87,78	10,88	0,21	0,17	0,37

2.2.1 Penyadapan Nira Siwalan

Tanaman siwalan yang disadap adalah yang sudah berhubungan dengan warna bunga yang sudah berbunga dengan warna bunga yang melekat pada mayang adalah kekuning-kuningan. Tanaman ini mulai berbunga setelah 14 tahun sehingga dapat mulai disadap sampai berumur 60 tahun. Dalam setahun tanaman siwalan dapat disadap niranya selama 6-8 bulan dengan produktifitas 3-5 liter nira per mayang setiap harinya. Bulan-bulan sadap jatuh pada bulan april, mei, juni, juli, agustus, september, oktober dan nopember. Dalam setahun tanaman siwalan dapat disadap niranya selama 6 - 8 bulan dengan produktifitas 3 - 5 liter nira per mayang setiap harinya. Bulan-bulan sadap jatuh pada bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober dan Nopember. Penyadapan pada musim kemarau akan menghasilkan nira dalam jumlah yang lebih sedikit tapi kadar gulanya lebih tinggi sehingga akan menghasilkan mutu gula yang lebih baik. Sebaliknya pada musim hujan jumlah nira yang dihasilkan lebih banyak tapi kadar gulanya rendah. Disamping itu, pada musim hujan kemungkinan nira lebih kotor karena tetesan air yang masuk ke dalam bumbung, serta hama dan



ulat yang lebih banyak. Hama dan ulat yang mengganggu dapat dicegah dengan menyiramkan larutan Na-metabisulfat 0,1 - 0,2 persen selama kurang lebih tiga hari berturut-turut pada mayang yang akan disadap penyadapan nira siwalan dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari (Firmansyah, 1992).



Gambar 2.3 Penyadapan Nira Siwalan

Komponen nira merupakan suatu jenis cairan atau ekstrak yang mengandung kadar gula relatif tinggi, berasal dari tanaman-tanaman. Dalam keadaan segar nira mempunyai rasa manis dan berbau harum serta mempunyai derajat keasaman dengan pH 5,5-6. Rasa manis pada nira disebabkan karena adanya zat gula yaitu: sukrosa, glukosa, fruktosa dan karbohidrat lainnya. Nira mengandung juga protein, lemak, bahan abu dan sejumlah air. Komposisi nira dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan dan pengairan. Selain itu komposisi nira dipengaruhi pula oleh metode analisis yang dipergunakan dan perubahan yang terjadi sebelum nira dianalisis (Firmansyah, 1992).

Vinegar (cuka) dibuat melalui 2 tahapan fermentasi. Pertama, fermentasi alkohol yaitu glukosa diubah menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob. Kedua, yaitu fermentasi asam cuka oleh *Acetobacter aceti* yang



BAB II Tinjauan Pustaka

mengoksidasi alkohol menjadi asam cuka secara aerob. Kedua fermentasi tersebut biasanya dilakukan secara terpisah (*Desrosier, 2008*).

2.3 Kerusakan Nira

Pada umumnya nira yang mengalami kerusakan ditandai dengan rasanya yang asam, berbuih dan berlendir. Kerusakan ini terjadi karena aktivitas mikroba kontaminan yang memfermentasi gula yang terdapat pada nira. Proses fermentasi tersebut terjadi secara alamiah dan mikroba penyebabnya bersumber dari udara, tangkai bunga, bumbung, kotoran atau serangga terbang yang bergerombol disekitar bunga. Mikroba kontaminan dapat berupa bakteri, kapang ataupun khamir tergantung pada lingkungan dimana nira itu berada (*Firmansyah, 1992*).

Kualitas nira hasil sadapan sangat menentukan mutu gula yang dihasilkan. Ciri-ciri nira yang berkualitas baik antara lain berwarna bening (tidak keruh), rasanya manis, berbau harum, derajat keasaman (pH) 6-7 dan kadar surkosa lebih dari 12%. Nira yang disimpan dalam ruangan dan ditumpuk akan menyebabkan suhu dalam tumpukan naik sehingga mengakibatkan invertasi surkosa dan merangsang pertumbuhan mikroba. Pengangkatan yang jaraknya terlalu jauh dari pabrik dan sinar matahari juga menyebabkan turunnya kadar surkosa. Surkosa atau biasa dikenal sebagai gula meja merupakan jenis disakarida yang berwarna putih, berbentuk kristal padat dengan rasa manis dan dapat membentuk karamel serta terdekomposisi pada suhu 186° (*Ramadanti, 2012*).

Surkosa yang mengalami degradasi akan menghasilkan karbondioksida dan air serta menghasilkan warna coklat pada produknya. Terbentuknya asam pada saat degradasi surkosa menyebabkan pH larutan menurun. Penurunan nilai pH karena



pembentukan asam menyebabkan warna berkurang, tetapi sekitar pH netral akan mulai terjadi kehilangan surkosa akibat invertasi. Degradasi surkosa pada nira juga dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba melalui proses fermentasi. Beberapa mikroba dalam nira, seperti *saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim invertase. Invertase dapat menyebabkan reaksi inversi surkosa menjadi glukosa dan fruktosa (Ramadanti, 2012).

2.3.1 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan melalui proses memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks. Fermentasi secara teknik dapat didenfinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik atau partial anaerobik karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta menggunakan subtrat protein dan lemak. Fermentasi terbagi menjadi dua yaitu fermentasi spontan dan tidak spontan (membutuhkan starter). Fermentasi spontan adalah fermentasi yang biasa dilakukan menggunakan penyeleksi, seperti garam, asam organik, asam mineral, nasi atau pati. Media penyeleksi tersebut akan menyeeksi bakteri patogen dan menjadi media yang baik bagi tumbuh kembang bakteri selektif yang membantu jalannya fermentasi. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang dilakukan dengan penambahan kultur organisme bersama media penyeleksi sehingga proses fermentasi dapat berlangsung lebih cepat (Rejeki, 2011).

Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO₂ dan energi (ATP). Beberapa mikroba hanya dapat melangsungkan



BAB II Tinjauan Pustaka

metabolisme dalam keadaan anaerob dan hasilnya adalah substrat yang setengah terurai. Hasil penguraianya adalah air, CO₂, energi dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam cuka, etanol serta bahan-bahan organik yang mudah menguap. Perkembangan mikroba-mikroba dalam keadaan anaerob biasanya dicirikan sebagai proses fermentasi (Ramadanti, 2012).

Fermentasi adalah perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim. Enzim yang berperan dapat dihasilkan oleh mikroorganisme atau enzim yang telah ada dalam bahan pangan (Bucle, K.A., 1985).

Fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi atau reaksi dalam system biologi yang menghasilkan energi di mana donor dan aseptor adalah senyawa organik. Senyawa organik yang biasa digunakan adalah zat gula. Senyawa tersebut akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi senyawa lain (Fardiaz, Winarno, 1984).

2.3.2 Bakteri *Saccharomyces cerevisiae*

Teknologi fermentasi sudah sering dilakukan untuk meningkatkan kandungan zat makanan dan menurunkan kandungan zat antinutrisi. Dalam proses fermentasi substrat yang digunakan harus mengandung unsur karbon (C) dan nitrogen (N) yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan. Hasil fermentasi sangat tergantung pada bahan pakan sebagai bahan dasar (substrat), macam mikroba atau inokulum, dan kondisi lingkungan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh kualitas ampas pati aren yang difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan harapan akan diperoleh peningkatan kualitas nilai nutrisinya (Y.N. Anggraeny, 2009).



Penurunan pH disebabkan karena semakin lama fermentasi akan dihasilkan asam-asam organik. Asam-asam organik yang terlarut akan melepaskan proton (H^+) sehingga menurunkan pH. Selama proses fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam cuka dan asam glukonat, oleh karena itu terjadi peningkatan kadar asam dan terjadi penurunan pH (Sreeramulu, 2000).

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir sejati tergolong eukariot yang secara morfologi hanya membentuk blastospora berbentuk bulat lonjong, silindris, oval atau bulat telur yang dipengaruhi oleh strainnya. Dapat berkembang biak dengan membelah diri melalui "budding cell". Reproduksiya dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. Penampilan makroskopik mempunyai koloni berbentuk bulat, warna kuning muda, permukaan berkilau, licin, tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askospora 1-8 buah (Nikon, 2004 ; Landecker, 1972 ; Lodder, 1970).

Taksonomi *Saccharomyces* spp. menurut Sanger (2004), sebagai berikut :

Super Kingdom	: Eukaryota
Phylum	: Fungi
Subphylum	: Ascomycota
Class	: Saccharomycetes
Orde	: Saccharomycetales
Famili	: Saccharomycetaceae
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Species	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>



BAB II Tinjauan Pustaka

Khamir dapat berkembang biak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa (Marx, 1991).

Selain itu untuk menunjang kebutuhan hidup diperlukan oksigen, karbohidrat, dan nitrogen . Pada uji fermentasi gulagula mempunyai reaksi positif pada gula dekstrosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, raffinosa, trehalosa, dan negatif pada gula laktosa (LODDER, 1970).

Tabel 2.1 Komposisi sel khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Senyawa	Jumlah (%)
Abu	5,0 – 9,5
Asam nukleat	6,0 – 12,0
Lemak	2,0 – 6,0
Nitrogen	7,5 – 8,5

Komposisi kimia *Saccharomyces cerevisiae* terdiri atas: protein kasar 50-52%, karbohidrat 30-37%; lemak 4-5%; dan mineral 7-8% (Reed dan Nagodawithana, 1991).

Fermentasi pembentukan alkohol dengan yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Pada fermentasi ini terjadi perombakan glukosa menjadi alkohol dan gas CO₂ dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi anaerob. Etanol adalah hasil utama fermentasi tersebut di atas, di samping asam laktat, asetaldehid, gliserol dan asam cuka. Etanol yang diperoleh maksimal hanya sekitar 15 %. Untuk memperoleh etanol 95 % dilakukan proses distilasi. Etanol digunakan untuk minuman, zat pembunuh kuman, bahan bakar dan pelarut (Endang, 2014).

Malt Extract Agar (MEA) biasanya digunakan untuk mengisolasi, menumbuhkan, dan enumerasi yeast dan mold.



MEA mengandung maltosa yang digunakan sebagai sumber energi. Dekstrin, polisakarida turunan pati, dan gliserol berperan sebagai sumber karbon. Pepton tersedia sebagai sumber nitrogen, sedangkan agar sendiri merupakan agen pematat. Contoh mikroorganisme yang tumbuh dengan baik pada media ini adalah *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, dan *Saccharomyces cerevisiae*. MEA dapat menyokong pertumbuhan mold dan yeast, tetapi tidak untuk bakteri (Wipradnyadewi, 2004).

2.3.3 Bakteri *Acetobacter aceti*

Acetobacter aceti merupakan salah satu jenis bakteri yang termasuk dalam genus *Acetobacter*. *Acetobacter* memiliki 7 spesies. Ketujuh spesies ini merupakan bakteri penghasil cuka. Menurut Bergey's (1994) klasifikasi *A. aceti* dalam taksonomi sebagai berikut :

- Divisi : Protobacteria
- Kelas : Alphaprotobacteria
- Ordo : Rhodospirillales
- Famili : Pseudomonadaceae
- Genus : *Acetobacter*
- Spesies : *Acetobacter aceti*

Aceti merupakan bakteri yang memiliki sel berbentuk bulat panjang sampai batang dan termasuk dalam bakteri gram negative. Bentuknya lurus atau membengkok. Ukuran selnya yaitu 0,6-0,8 x 1,0-3,0 mm. *A. aceti* biasa hidup tunggal atau berkelompok membentuk rantai dan memiliki motil dengan flagelum peritrikus atau nonmotil (Salle, A.J., 1974).

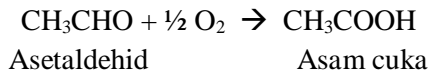
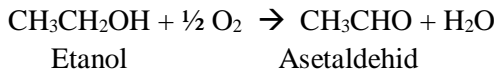
Fermentasi perubahan alkohol menjadi asam cuka dan air dengan bakteri *Acetobacter aceti*. Reaksi pembentukan asam cuka dituliskan sebagai berikut :





BAB II Tinjauan Pustaka

Reaksi yang terjadi adalah reaksi aerob. Pada fermentasi pembentukan asam cuka tersebut terjadi perubahan etanol menjadi asam cuka melalui pembentukan asetaldehid dengan reaksi sebagai berikut :



(Salle, A.J., 1974)

Nutrien Agar (NA) adalah suatu medium pertumbuhan yang baik untuk berbagai jenis mikroba (jamur dan bakteri), namun tidak semua bakteri dapat tumbuh di medium ini karena nutrisi yang terlalu kaya untuk beberapa bakteri. Nutrisi yang terdapat dalam *Nutrien Agar* yang digunakan untuk pertumbuhan mikroba adalah kaldu sapi dan beberapa ekstrak ragi. *Nutrien Agar* (NA) biasanya digunakan untuk pertumbuhan individual koloni mikroba dari spesies *Proteus* (Usinger, L & Liu, S, 2011).

Nutrien agar merupakan media yang berbentuk cair dan biasanya digunakan untuk pembiakan mikroba dalam jumlah yang besar, penelaahan fermentasi, dan berbagai macam uji. Selain itu, media cair digunakan untuk menumbuhkan mikroalga, bakteri, dan yeast. Pada media cair, tidak ditambahkan dengan zat pematat (Waluyo, 2010).



2.4 SNI Asam Cuka

Table 1. Quality of sugar palm vinegar based on SNI 01-4371-1996

No	Test criteria	Unit	Requirements	Vinegar Test Results of Sugar Palm	Remarks
1	Keadaan :				
	- Bentuk	-	Cairan encer	Cairan encer	Memenuhi
	- Bau	-	Khas as.asetat	Khas as.asetat	Memenuhi
2	Kadar asam asetat	%b/b	Min 4	7,20	Memenuhi
3	NaCl	%b/b	Min 30	12	Tdk memenuhi
4	Sisa alkohol	%b/b	Maks 10	1,2	Memenuhi
5	Padatan terlarut	%b/b	Maks 1,5	2,29	Tdk memenuhi
6	Total gula	%b/b	Min 15	1,106	Tdk memenuhi
7	Cemaran logam				
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 1	0,16	Memenuhi
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 5,0	1,54	Memenuhi
	- Seng (Zn)	mg/kg	Maks 2,0	2,89	Tdk memenuhi
8	Cemaran Mikroba	koloni/g	Maks 50	262	Tdk memenuhi
9	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks 0,4	0,06	Memenuhi

Jurnal Perennial, 5(1) : 31-35

Tabel 2.2 SNI Asam Cuka berdasarkan SNI 01-4371-1995

Berdasarkan Tabel 2.2 di atas tampak bahwa variabel yang memenuhi SNI 01-4371-1996 cuka fermentasi adalah keadaan bentuk dan bau, kadar asam cuka, sisa alkohol, cemaran logam Pb dan Cu serta cemaran arsen. Cuka dalam pembuatannya melibatkan proses fermentasi alkohol dan fermentasi asam cuka secara berkesinambungan (Syarief, 2009).



BAB II Tinjauan Pustaka

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

3.1 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| 1. Nira siwalan | 5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
| 2. Aquadest | 6. $(\text{NH}_4)_3\text{SO}_4$ |
| 3. Indikator PP | 7. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| 4. NaOH | |

3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. Alumunium foil | 11. Mikroskop |
| 2. Batang pengaduk | 12. Panci |
| 3. Botol sampel 15 buah | 13. pH meter |
| 4. Cawan petri | 14. Pipet ukur |
| 5. <i>Counting chamber</i> | 15. Pipet tetes |
| 6. Erlenmeyer | 16. Selang |
| 7. Gelas ukur | 17. Spektrofotometer |
| 8. <i>Hot plate magnetic stirrer</i> | 18. Tabung gas |
| 9. Kompor | 19. Tabung reaksi |
| 10. Lampu bunsen | 20. Timbangan |

3.3 Variabel yang Dipilih

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. Variabel Bebas | |
| a. pH | : 3; 3,5; 4; 5 |
| b. Waktu Fermentasi | : 48 jam |



3.4 Prosedur pembuatan

3.4.1 Tahap Persiapan

1. Persiapan Bahan Baku
Menyiapkan bahan baku yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Persiapan Alat yang Digunakan
Menyiapkan alat yang akan digunakan dalam analisa kadar gula reduksi berupa alat spechchromofotometer untuk menentukan variabel hari dan beaker glass 1000 ml dan selang untuk fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob.
3. Persiapan Pengujian Produk
Pengujian produk meliputi analisa kadar gula reduksi, fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob, fermentasi *acetobacter aceti* secara aerob.

3.4.2 Tahap Pembuatan Asam Cuka dari Nira Siwalan

1. *Pre-Treatment*
 - a. Memanaskan nira pada suhu 80°C selama 20 menit, kemudian mendinginkannya hingga suhu ruangan.
 - b. Menganalisa kadar gula nira siwalan awal sebelum pretreatment dengan metode DNS.
2. Analisa Kandungan Gula Reduksi
 - a. Memasukan 180 ml nira siwalan ke dalam erlenmayer berukuran 250 ml.
 - b. Memasukan 1 gr $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1 gr KH_2PO_4 , 0,5 gr $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 10 gr yeast extract, 1 ose *Saccharomyces cerevisiae*.
 - c. Melakukan fermentasi selama 24 jam.



BAB III Metodologi Pembuatan Produk

- d. Menganalisa kandungan gula surkosa menggunakan metode DNS setiap 8 jam dan analisa *counting chamber* untuk melihat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*
 - e. Menambahkan 1,8 ml aquades dan 0,2 sampel fermentasi kedalam tabung reaksi. Menambahkan 3 ml DNS ke dalam tabung reaksi, memanskan dalam air mendidih selama 10 menit, dan mendinginkan selama 10 menit.
 - f. Mengukur dan mencatat absorbansi pada spektrophotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Mensubstitusi absorbansi yang diperoleh dengan persamaan dari kurva standar glukosa.
3. Fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* pada Nira Siwalan secara Anaerob
 - a. Memasukan nira siwalan ke dalam erlenmayer sampai volume 1 L.
 - b. Kemudian memasukan amonium sulfat 0,33 gr, amonium fosfat 0,05 gr dan *saccharomyces cerevisiae* 1 ose ke dalam erlenmayer yang berisi 1 L nira siwalan.
 - c. Menyiapkan erlemayer berisi aquadest 1 L.
 - d. Tutup rapat dengan selang ke dalam erlenmayer berisi nira siwalan yang disambungkan ke dalam erlenmayer berisi aquadest dan ditutup rapat erlenmayer sampai kedap udara.
 - e. Mendiamkan selama 24 jam fermentasi *saccharomyces cerevisiae* terhadap nira siwalan sampai membentuk etanol.

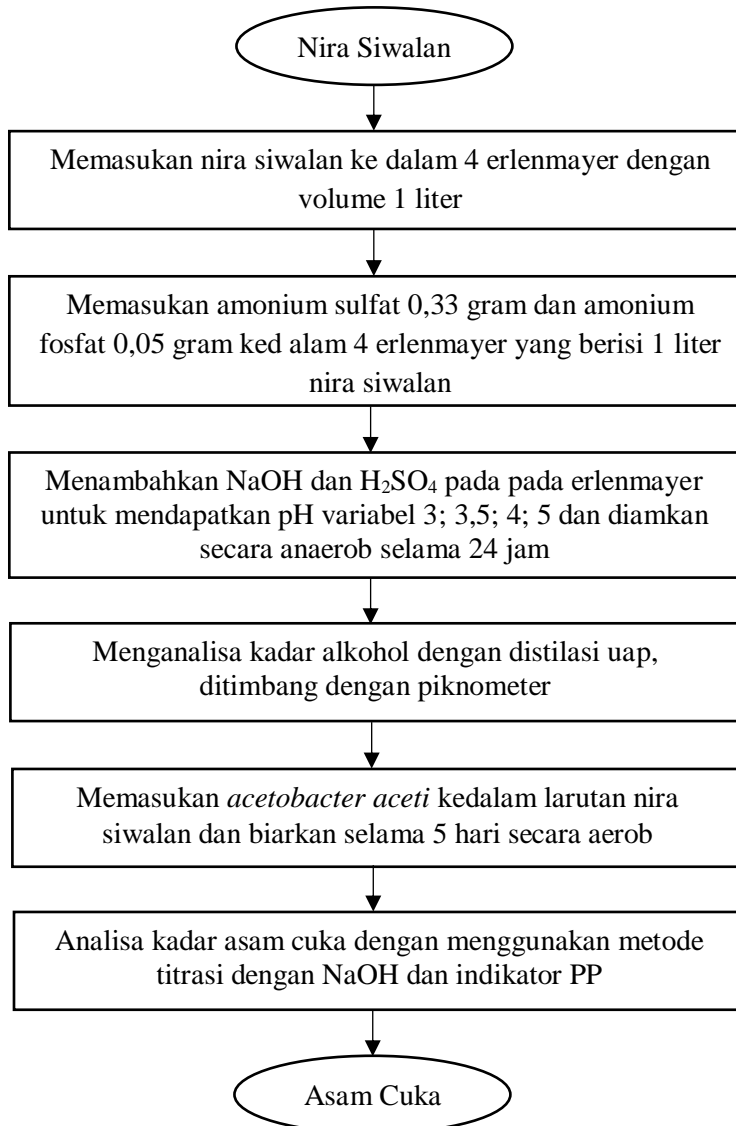


BAB III Metodologi Pembuatan Produk

- f. Lalu hitung kadar etanol nira siwalan dengan metode distilasi.
4. Fermentasi *Acetobacter aceti* pada Nira Siwalan yang Telah Membentuk Etanol
 - a. Mempersiapkan larutan nira siwalan yang sudah terbentuk etanol selama 24 jam.
 - b. Memasukan acetobacter sebanyak 10% (dari volume nira siwalan hasil fermentasi) dan diinkubasi selama 5 hari secara aerob.



3.5 Diagram Alir Pembuatan Asam Cuka Nira Siwalan





Halaman ini sengaja dikosongkan



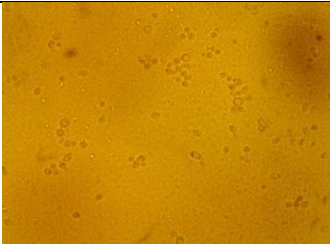
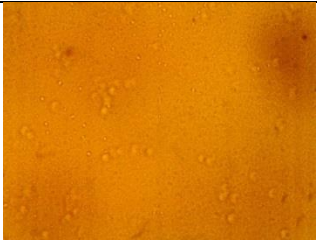
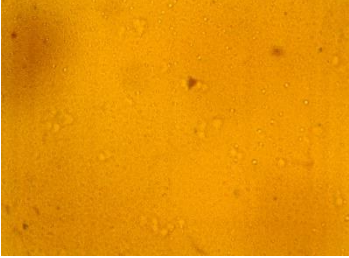
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pembuatan Asam Cuka dari Nira Siwalan

Tabel 4.1 Hasil Analisa *Counting Chamber* pada Pertumbuhan Fermentasi *Saccharomyces Cerevisiae*

	
0 jam	8 jam
	
16 jam	24 jam
	
32 jam	

Tabel 4.2 Hasil Analisa *Counting Chamber*

0 jam	1	2	3	4	5		
trial 1	2	8	5	5	4	24	4,8
trial 2	5	5	3	2	4	18	3,6
trial 3	3	3	6	4	4	20	4
						62	12,4
						Total	49600
8 jam	1	2	3	4	5		
trial 1	4	6	3	5	8	26	5,2
trial 2	5	6	6	4	4	25	5
trial 3	5	6	8	6	4	29	5,8
						80	16
						Total	64000
16 Jam	1	2	3	4	5		
trial 1	8	5	7	6	5	31	6,2
trial 2	5	6	6	3	7	27	5,4
trial 3	6	3	5	7	6	27	5,4
						85	17
						Total	68000
24 Jam	1	2	3	4	5		
trial 1	6	5	8	5	5	29	5,8
trial 2	7	6	6	8	8	35	7
trial 3	3	9	5	8	5	30	6
						94	18,8
						Total	75200
32 Jam	4	2	3	1	5		
trial 1	6	8	8	8	6	36	7,2
trial 2	2	6	5	8	3	24	4,8
trial 3	8	5	5	5	5	28	5,6



						88	17,6
						total	70400

Tabel 4.3 Hasil Analisa Asam Cuka

pH	Volume Rata-rata (mL)	Konsetrasi Asam Cuka (N)	Konsentrasi Asam Cuka (gr/L)	Konsentrasi Asam Cuka (%)
3	1,1	0,0055	0,33	0,00033
3,5	1,75	0,00875	0,525	0,000525
4	3	0,015	0,9	0,0009
5	8,65	0,04325	2,595	0,002595

4.2 Pembahasan

Asam cuka dihasilkan melalui proses fermentasi etanol menjadi asam cuka dengan menggunakan *Acetobacter aceti*. fermentasi asam cuka berlangsung dalam keadaan aerob menggunakan bakteri *A.aceti* dengan substrat etanol.

Pertumbuhan *Acetobacter aceti* akan optimal pada kondisi aerob. Hal ini karena bakteri *Acetobacter aceti* termasuk dalam bakteri aerob obligatif yaitu bakteri yang tidak dapat hidup tanpa adanya oksigen. Pada umumnya perubahan yang terjadi pada fermentasi etanol. Jumlah *Acetobacter aceti* yang terlibat selama proses fermentasi etanol menjadi asam cuka sangat berpengaruh terhadap kecepatan proses fermentasi. Jumlah. *Acetobacter aceti* yang digunakan dalam proses fermentasi ini berkisar antara 0,02-0,04% dari jumlah media fermentasi. *Acetobacter aceti* yang paling baik dalam proses fermentasi etanol menjadi asam cuka adalah 10% dari volume media fermentasi.



BAB IV Hasil dan Pembahasan

Mengukur kurva fermentasi yang terdapat pada *saccharomyces cerevisiae* terhadap nira siwalan yang sudah menjadi larutan didalam erlenmayer selama 24 jam dengan hot plate magnetic stirrer dengan suhu 32° dan kecepatan 125 rpm. di analisa dengan proses counting chamber setiap 8 jam dengan magnetic sterer melihat hasil yang ditemukan pada variabel waktu 0 trial pertama terdapat 24 mikroba didalam larutan, trial kedua terdapat 18 mikroba didalam larutan, trial ketiga terdapat 20 larutan dengan rata rata variabel 0 adalah 49.600 sel mikroba. pada variabel waktu 8 trial pertama terdapat 26 mikroba didalam larutan, trial kedua terdapat 25 mikroba didalam larutan, trial ketiga terdapat 29 larutan dengan rata rata variabel 8 adalah 64.000 sel mikroba. Pada variabel waktu 16 trial pertama terdapat 31 mikroba didalam larutan, trial kedua terdapat 27 mikroba didalam larutan, trial ketiga terdapat 27 larutan dengan rata rata variabel 16 adalah 68.000 sel mikroba. Pada variabel waktu 24 trial pertama terdapat 29 mikroba didalam larutan, trial kedua terdapat 35 mikroba didalam larutan, trial ketiga terdapat 30 larutan dengan rata rata variabel 24 adalah 75.200 sel mikroba.

Variabel fermentasi *saccharomyces cerevisiae* 24 jam didapatkan berdasarkan hasil kadar gula reduksi dan pertumbuhan *saccharomyces saccharivisiae* dengan metode analisa DNS, dan dilanjutkan dengan analisa distilasi mendapatkan konsentasi etanol sebesar 14,81% hasil tersebut didapkatkans dengan konversi berat jenis menjadi kadar etanol. Lalu dilanjutkan dengan proses penambahan *acetobacter aceti*.

Penambahan nutrisi pada mikroba agar mikroba hidup sehat dan terlengkapi gizinya, nutrisi yang dibutuhkan oleh *saccharomyces cerevisiae* adalah gula reduksi dan $\text{NH}_4 \text{SO}_4$, nutrisi yang dibutuhkan *acetobacter aceti* adalah etanol.



Pada nira siwalan, terdapat khamir *sacchromyces cerevisiae* yang berkembang biak secara pembelahan (*budding*). Reproduksiya dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan serta jumlah nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan sel. *Saccharomyces cerevisiae* pada umumnya memiliki bentuk elips dengan diameter yang besar antara 5-10 mikrometer, dan diameter yang kecil antara 1-3 mikrometer, warnanya putih kekuningan yang dapat dilihat diatas permukaan tumbuh koloni. Organisme ini biasa tumbuh pada lingkungan hangat, lembab, mengandung gula dan aerobik (Ahmad, 2005).

Ketika percobaan menggunakan proses fermentasi mulai menampakkan konsentrasi gula reduksi sisa yang lebih stabil dimana kondisi ini menandakan kombinasi kultur *Saccharomyces Cerevisiae* mulai mampu beradaptasi terhadap substrat dan kondisi yang diberikan. Kadar gula cenderung menurun disebabkan gula yang terdapat dalam media digunakan sebagai sumber karbon bagi sel khamir untuk mensintesis energi melalui proses fermentasi etanol (Putri dan Sukandar, 2008).

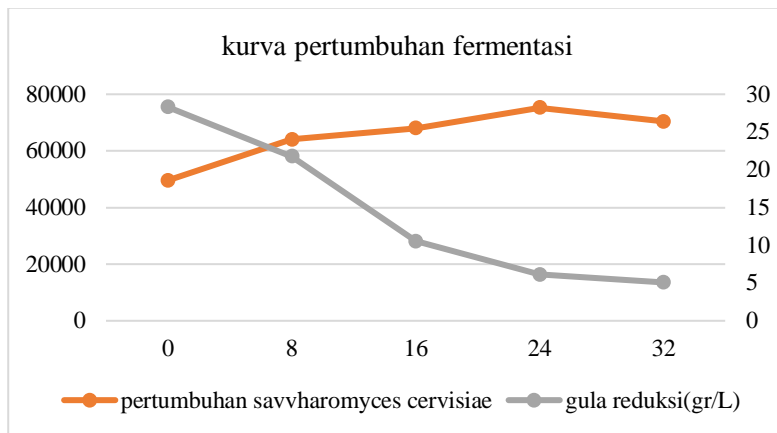
Yeast ini dikenal sebagai beaker yeast dan brewer yeast karena dapat memfrentasikan gula ($C_6H_{12}O_6$) menjadi alkohol (C_2H_5OH) dan karbondioksida (CO_2) (Amran, 2009).

Pengaturan pH dapat dilakukan dengan cara menambahkan larutan yang bersifat asam misalnya HCL 0,1N jika subtratnya basa, dan menambahkan NaOH 0,1 N jika subtratnya terlalu asam (Supriyadi, 2008).

Vinegar berasal dari kata *vinaigre* (bahasa Perancis) yang artinya anggur yang telah asam, merupakan suatu produk yang dihasilkan dari fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, yang kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi *vinegar* yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 gram/100mL (Waluyo S., 1984).



4.2.1 Perbandingan Pertumbuhan *Saccharomyces Cerevisiae* dan Gula Reduksi



Grafik 4.1 Perbandingan Pertumbuhan *Saccharomyces Cerevisiae* dan Gula Reduksi

Dari **Grafik 4.1** dapat diketahui bahwa kadar gula reduksi selama 24 jam dianalisa tiap 8 jam dengan metode DNS didapatkan pada waktu 0 jam yaitu 28,2968 gr/l, 8 jam 21,7742 gr/l, 16 jam 10,5376 gr/l, waktu 24 jam 6,1349 gr/l, waktu 32 jam 5,08239 gr/l. Pertumbuhan bakteri berbanding terbalik dengan konsentrasi gula reduksi, semakin tinggi pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae* maka semakin rendah konsentrasi gula reduksi. Kadar gula reduksi cenderung menurun disebabkan gula yang terdapat dalam nira siwalan digunakan sebagai sumber karbon bagi *saccharomyces cerevisiae* untuk meintesis enegi melalui proses fermentasi etanol (*putri dan sukandar, 2008*). Pada jam ke 24 dapat dilihat *saccharomyces cerevisiae* mengalami log fase pada masa ini mikroorganisme mengalami kondisi *balance growth* dan mengalami pertumbuhan yang paling optimal.



Fermentasi glukosa menjadi etanol yang dilakukan *saccharomyces cerevisiae* berlangsung secara anaerob yaitu tidak memerlukan oksigen. Karena *saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh optimal tanpa adanya oksigen. Jika terdapat oksigen *saccharomyces cerevisiae* tidak akan tumbuh secara optimal sehingga proses fermentasi akan berjalan lambat (Fardiaz, 1992).

Fermentasi pembentukan alkohol dengan yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Pada fermentasi ini terjadi perombakan glukosa menjadi alkohol dan gas CO₂ dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi yaitu reaksi anaerob (Endang, 2014). Dalam penelitian ini didapatkan konsentrasi etanol sebesar 14,81%.

4.2.2 Hasil Konsentrasi Asam Cuka

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data yang telah diolah dalam bentuk diagram sebagai berikut :



Gambar 4.1 Asam Cuka dari Nira Siwalan pH 3

Di pH 3 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 0,33%. Analisa kadar asam cuka dilakukan dengan menggunakan analisa titrasi. Dari gambar tersebut dapat diambil warna putih keruh.



BAB IV Hasil dan Pembahasan

Waktu optimum pengubahan etanol menjadi asam cuka terjadi pada jam ke-120. Pada jam ke 0 *acetobacter aceti* masih pada fase adaptasi, pada fase ini bakteri masih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan atau medium baru. Fermentasi untuk menghasilkan asam cuka berlangsung secara aerob yaitu menggunakan oksigen untuk pertumbuhan *acetobacter aceti*. *Acetobacter aceti* tidak tumbuh jika tidak terdapat oksigen sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung (Buckle *et al.*,2010).



Gambar 4.2 Asam Cuka dari Nira Siwalan pH 3,5

Di pH 3,5 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 0,525%. Analisa kadar asam cuka dilakukan dengan menggunakan analisa titrasi. Dari gambar tersebut dapat diambil warna putih keruh. Waktu optimum pengubahan etanol menjadi asam cuka terjadi pada jam ke-120. Pada jam ke 0 *acetobacter aceti* masih pada fase adaptasi, pada fase ini bakteri masih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan atau medium baru. Fermentasi untuk menghasilkan asam cuka berlangsung secara aerob yaitu menggunakan oksigen untuk pertumbuhan *acetobacter aceti*. *Acetobacter aceti* tidak tumbuh jika tidak terdapat oksigen sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung (Buckle *et al.*,2010).



Gambar 4.3 Asam Cuka dari Nira Siwalan pH 4

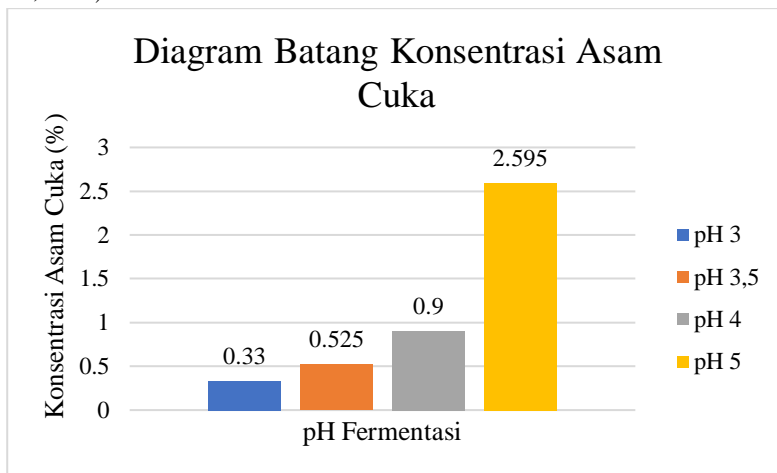
Di pH 4 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 0,9%. Analisa kadar asam cuka dilakukan dengan menggunakan analisa titrasi. Dari gambar tersebut dapat diambil warna putih keruh. Waktu optimum pengubahan etanol menjadi asam cuka terjadi pada jam ke-120. Pada jam ke 0 *acetobacter aceti* masih pada fase adaptasi, pada fase ini bakteri masih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan atau medium baru. Fermentasi untuk menghasilkan asam cuka berlangsung secara aerob yaitu menggunakan oksigen untuk pertumbuhan *acetobacter aceti*. *Acetobacter aceti* tidak tumbuh jika tidak terdapat oksigen sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung (Buckle *et al.*,2010)



Gambar 4.4 Asam Cuka Dari Nira Siwalan pH 4



Di pH 5 fermentasi *acetobacter aceti* pada waktu 24 jam dengan analisa distalasi mendapatkan hasil asam cuka 2,595%. Analisa kadar asam cuka dilakukan dengan menggunakan analisa titrasi. Dari gambar tersebut dapat diambil warna putih keruh. Waktu optimum pengubahan etanol menjadi asam cuka terjadi pada jam ke-120. Pada jam ke 0 *acetobacter aceti* masih pada fase adaptasi, pada fase ini bakteri masih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan atau medium baru. Fermentasi untuk menghasilkan asam cuka berlangsung secara aerob yaitu menggunakan oksigen untuk pertumbuhan *acetobacter aceti*. *Acetobacter aceti* tidak tumbuh jika tidak terdapat oksigen sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung (Buckle *et al.*,2010)



Grafik 4.2 Pengaruh pH terhadap Asam Cuka

Dari **Grafik 4.2**. Hasil yang mengecil dikarenakan faktor asam yang tidak sesuai dengan pH optimal dari *acetobacter aceti*. Semakin besar pH fermentasi, maka semakin besar konsentrasi asam asetat yang didapat. Penurunan pH kecil mempengaruhi



pembuatan asam cuka, penurunan kadar asam cuka dipengaruhi dari pH yang kecil sedangkan optimal fermentasi *acetobacter aceti* pada pH 5-6. Kadar asam cuka dalam hasil fermentasi dengan bakteri *acetobacter aceti* diamati setelah 5 hari untuk mendapatkan kadar asam asetat yang maksimum dan memenuhi syarat dalam asam cuka. Kadar asam cuka dalam hasil fermentasi dengan bakteri *Acetobacter aceti* diamati setelah 5 hari untuk mendapatkan kadar asam cuka yang maksimum dan memenuhi syarat dalam asam cuka. Hal ini sesuai dengan literatur, bahwa proses fermentasi asam cuka dapat berjalan dengan baik pada pH optimal antara 5,0-6,0. Pada pH yang terlalu tinggi akan mengakibatkan *Acetobacter aceti* akan mengalami kerusakan sel dan pada pH rendah *acetobacter aceti* akan mengalami inaktif, akibatnya proses fermentasi tidak akan berlangsung (*Bergey's, 1994*).

Uji asam cuka dilakukan dengan alkalimetri yaitu titrasi dengan larutan NaOH dengan indicator pp. Cara ini umum digunakan dalam analisa asam asetat (*Vogel, A.I., 1961*).

Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO₂ dan energi (ATP) (*Ramadanti, 2012*).

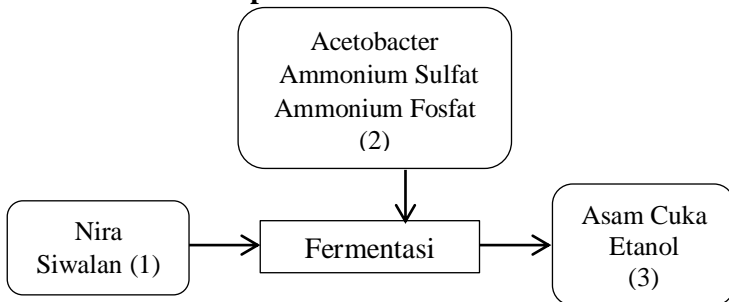


Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V NERACA MASSA

Kapasitas : 1 kg/hari
 Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
 Satuan Massa : kg
 Basis Waktu : 1 hari

5.1 Neraca Massa pada Proses Fermentasi



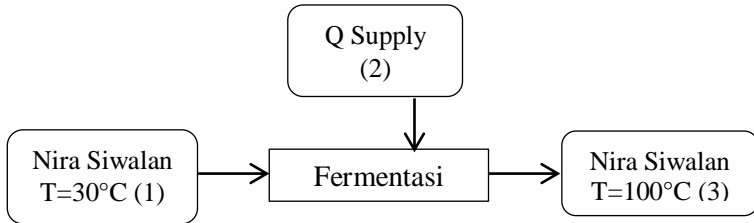
Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa	Komponen	Massa
Nira Siwalan	1000	Nira Siwalan	0
Ammonium Sulfat	0,05	Ammonium Sulfat	0
Ammonium Fosfat	0,33	Ammonium Fosfat	0
Asam Cuka	0	Asam Cuka	11,50437
Etanol	0	Etanol	988,8756
TOTAL MASUK	1000,38	TOTAL KELUAR	1000,38



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI NERACA PANAS

6.1 Neraca Panas pada Proses Pemanasan Nira



Neraca Panas			
Masuk (kcal)		Keluar (kcal)	
ΔH_1	5025	ΔH_2	75375
Q Supply	70350		
TOTAL MASUK	75375	TOTAL KELUAR	75375



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

ESTIMASI BIAYA

7.1 Estimasi Biaya

Pembuatan asam cuka dari nira siwalan dengan proses fermentasi dapat di *scale up* dalam skala home industry dengan kapasitas produksi 100 liter per hari dengan waktu operasi 25 hari selama satu bulan.

Volume botol = 250 mL

Jumlah botol/hari = 400 buah

7.1.1 Peralatan

Peralatan merupakan sebuah penunjang dan hal yang harus ada di dalam industry. Berikut merupakan biaya investasi peralatan pembuatan asam cuka:

Tabel 7.1 Biaya Investasi Peralatan Selama 2 tahun

Keterangan	Spesifikasi	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Alat distilasi	1 buah	1 buah	1800000/buah	1800000
Tabung elpiji	12 kg	2 buah	405000/buah	810000
Ember	Volume 85 liter	2 buah	45000/buah	90000
Lemari es	1 pintu	1 buah	500000/buah	500000
Tangki sterilisasi	Berpengaduk	1 buah	700000/buah	700000
Sewa rumah produksi	-	1 unit	5000000/unit	5000000
Total				8900000

7.1.2 Biaya Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku merupakan bagian terpenting dalam proses produksi. Sehingga biaya bahan baku sangat perlu diperhitungkan



BAB VII Estimasi Biaya

untuk memperoleh analisa ekonomi yang baik. Berikut merupakan beberapa kebutuhan bahan baku sekali produksi:

Tabel 7.2 Biaya Variabel Habis Pakai Sekali Produksi

Keterangan	Spesifikasi	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Gas elpij	12 kg	2 buah	121000/buah	242000
Nira siwalan	-	90 liter	3000/liter	270000
<i>Acetobacter aceti</i>	-	1 tabung reaksi	225000/1 liter	225000
<i>Saccharomises</i>	-	1 tabung reaksi	125000/tabung reaksi	125000
Amonium sulfat	<i>food grade</i>	9 kg	25000/kg	225000
Amonium phospat	<i>food grade</i>	9 kg	30000/kg	270000
Air	PDAM	1 m ³	2100/m ³	2100
Listrik	PLN	5 kWh	1500/kWh	7500
Gaji karyawan	-	3 orang	40000/hari	120000
Botol	volume 250 ml	400 buah	200/buah	80000
kertas stiker	2 x 7,5 cm	400 buah	150/buah	60000
Total				1626600

7.2 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan walaupun terjadi pengurangan jumlah produksi dan akan terus ada walaupun perusahaan tidak melakukan produksi. Biaya tetap meliputi PBB, penyusutan alat, sewa tanah dan bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan *maintenance* peralatan.

$$FC = \text{Rp. 8900000}$$



7.3 Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Biaya variable adalah total biaya yang berubah-ubah bergantung pada jumlah produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

$$VC = \text{Rp. } 1626600$$

Berdasarkan nilai *variable cost* (VC) dan *fixed cost* (FC) diatas maka dapat dihitung *total cost* (TC) per produksi seperti dibawah ini:

$$TC = FC + VC$$

$$TC = 8900000 + 1626600$$

$$TC = 49565000$$

7.4 Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

1. HPP

$$\begin{aligned} \text{HPP} &= \frac{TC}{\text{Jumlah Produk Per Produksi}} \\ &= \frac{49565000}{400} \\ &= \text{Rp. } 4956.5 \end{aligned}$$

2. Laba (30% HPP)

$$\begin{aligned} \text{Laba per buah} &= 30\% \times 4956.5 \\ &= \text{Rp. } 1486.95 \end{aligned}$$

3. Harga Jual

$$\begin{aligned} \text{Harga per buah} &= \text{HPP} + \text{Laba} \\ &= \text{Rp. } 4956.5 + \text{Rp. } 1486.95 \\ &= \text{Rp. } 6443.45 \approx 6500 \end{aligned}$$

4. Biaya Variabel per Buah

$$\text{Biaya VC perbuah} = \frac{VC}{\text{Jumlah Produk Per Produksi}}$$



$$= \frac{1626600}{400}$$

$$= 4066.5$$

5. Total Penjualan per Bulan

$$\begin{aligned}\text{Penjualan/bulan} &= \text{Harga jual} \times \text{Jumlah produksi per bulan} \\ &= 6500 \times 10000 \\ &= 65000000\end{aligned}$$

7.5 Break Even Point (BEP)

Break event point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan.

7.5.1 Metode Perhitungan Aljabar

a. BEP Unit

$$\text{BEP unit} = \frac{\text{FC}}{\text{harga jual perbuah} - \text{VC perbuah}}$$

$$\text{BEP unit} = \frac{8900000}{6500 - 4066.5}$$

$$\text{BEP unit} = 3657.283748$$

Artinya pada penjualan cuka ke 3657.283748 botol atau ke 3657 perusahaan telah mencapai titik BEP, dimana setelah penjualan ke 3657 perusahaan dapat memperoleh keuntungan.

7.5.2 Metode Grafik

Penentuan BEP dengan menggunakan metode grafik menggunakan data produksi hingga 50 hari, yaitu sebagai berikut.

Tabel 7.5 Perhitungan Biaya Penjualan

Jumlah Produksi	Total Penghsilan (Rp)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya (Rp)
100	650000	8900000	406650	9306650
200	1300000	8900000	813300	9713300

*BAB VII Estimasi Biaya*

Jumlah Produksi	Total Penghasilan (Rp)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya (Rp)
300	1950000	8900000	1219950	10119950
400	2600000	8900000	1626600	10526600
500	3250000	8900000	2033250	10933250
600	3900000	8900000	2439900	11339900
700	4550000	8900000	2846550	11746550
800	5200000	8900000	3253200	12153200
900	5850000	8900000	3659850	12559850
1000	6500000	8900000	4066500	12966500
1100	7150000	8900000	4473150	13373150
1200	7800000	8900000	4879800	13779800
1300	8450000	8900000	5286450	14186450
1400	9100000	8900000	5693100	14593100
1500	9750000	8900000	6099750	14999750
1600	10400000	8900000	6506400	15406400
1700	11050000	8900000	6913050	15813050
1800	11700000	8900000	7319700	16219700
1900	12350000	8900000	7726350	16626350
2000	13000000	8900000	8133000	17033000
2100	13650000	8900000	8539650	17439650
2200	14300000	8900000	8946300	17846300
2300	14950000	8900000	9352950	18252950
2400	15600000	8900000	9759600	18659600
2500	16250000	8900000	10166250	19066250
2600	16900000	8900000	10572900	19472900



BAB VII Estimasi Biaya

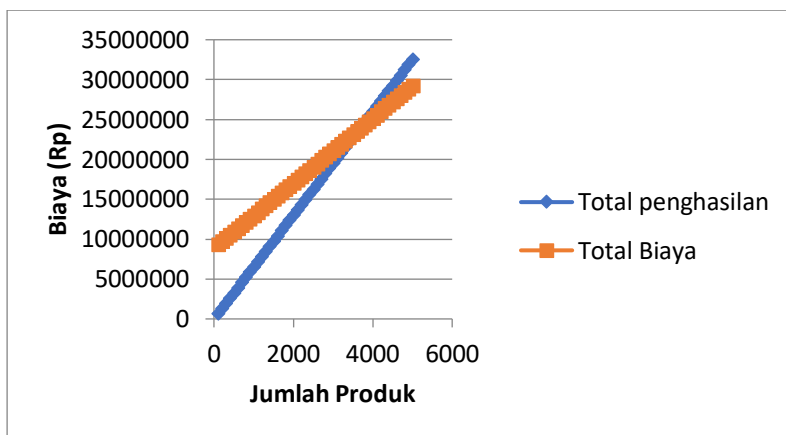
Jumlah Produksi	Total Penghasilan (Rp)	Biaya Tetap (Rp)	Biaya Variabel (Rp)	Total Biaya (Rp)
2700	17550000	8900000	10979550	19879550
2800	18200000	8900000	11386200	20286200
2900	18850000	8900000	11792850	20692850
3000	19500000	8900000	12199500	21099500
3100	20150000	8900000	12606150	21506150
3200	20800000	8900000	13012800	21912800
3300	21450000	8900000	13419450	22319450
3400	22100000	8900000	13826100	22726100
3500	22750000	8900000	14232750	23132750
3600	23400000	8900000	14639400	23539400
3700	24050000	8900000	15046050	23946050
3800	24700000	8900000	15452700	24352700
3900	25350000	8900000	15859350	24759350
4000	26000000	8900000	16266000	25166000
4100	26650000	8900000	16672650	25572650
4200	27300000	8900000	17079300	25979300
4300	27950000	8900000	17485950	26385950
4400	28600000	8900000	17892600	26792600
4500	29250000	8900000	18299250	27199250
4600	29900000	8900000	18705900	27605900
4700	30550000	8900000	19112550	28012550
4800	31200000	8900000	19519200	28419200
4900	31850000	8900000	19925850	28825850
5000	32500000	8900000	20332500	29232500



Dimana,

1. Total penghasilan diperoleh dari harga jual x jumlah produk
2. *Fixed Cost* diperoleh dari penjumlahan biaya investasi peralatan, biaya utilitas dan pendukung lainnya.
3. *Variabel cost* diperoleh dari *variabel cost* perbuah x jumlah produk
4. Total biaya diperoleh dari penjumlahan *Fixed cost* dan *Variabel cost*

Sehingga dapat diproyeksikan pada gambar dibawah:



Gambar 7.1 Break Event Point



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VIII

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nira siwalan dapat dijadikan asam cuka dengan proses fermentasi secara anaerob dengan penambahan bakteri *saccharomyces caravisiae* dan secara aerob dengan penambahan *acetobacter aceti*.
2. Hasil yang didapat dalam fermentasi pertama menggunakan *saccharomyces cervisiae* dengan variabel 24 jam. Kadar gula reduksi selama 24 jam dianalisa tiap 8 jam dengan metode DNS didapatkan pada waktu 0 jam yaitu 28,2968 gr/l, 8 jam 21,7742 gr/l, 16 jam 10,5376 gr/l, waktu 24 jam 6,1349 gr/l, waktu 32 jam 5,08239 gr/l. Pertumbuhan bakteri berbanding terbalik dengan konsentrasi gula reduksi, semakin tinggi pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae* maka semakin rendah konsentrasi gula reduksi. Ditemukan kadar etanol terbaik hasil fermentasi dengan menggunakan *saccharomyces caravisiae* sebesar 14,8 % dengan waktu inkubasi selama 24 jam.
3. Kadar asam cuka dalam hasil fermentasi dengan bakteri *Acetobacter aceti* diamati setelah 5 hari untuk mendapatkan kadar asam cuka yang maksimum dan memenuhi syarat dalam asam cuka, kadar asam cuka terbaik hasil fermentasi dengan menggunakan *acetobacter aceti* yaitu pada pH 5 dengan waktu inkubasi selama 5 hari sebesar 2,595 g/l atau sebesar 0,002595%. Hal ini sesuai dengan literatur, bahwa proses fermentasi asam cuka dapat berjalan dengan baik pada pH optimal antara 5,0-6,0. Uji asam cuka dilakukan dengan



BAB VII Penutup

alkalimetri yaitu titrasi dengan larutan NaOH dengan indicator pp. Cara ini umum digunakan dalam analisa asam cuka.

8.2 Saran

1. Menambahkan analisa GC (*Gas Chromatography*) untuk analisa kadar etanol hasil fermentasi.
2. Perlu diperhatikan dalam treatment awal nira siwalan agar nira tidak terfermentasi secara spontan.
3. Mempersiapkan dan memaksimalkan alat dan bahan yang ada untuk efektivitas waktu.
4. Diperlukan penelitian lebih lanjut agar diperoleh hasil asam cuka yang memenuhi standar nasional indonesia (SNI).

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
V	Volume	ml
N	Normalitas	N
%	Kadar	%

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z.(2005). Pemanfaatan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk Ternak.J. Wartazoa. 15(1) : 49-55
- AREN (Arenga Pinnata Merr.). *Biopendix, Volume 1, Nomer 2*, 135-140.
- Desrosier, N. W. (1988). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: UI.Press.
- Fimansyah, M. W. (1992). *Mempelajari Pengaruh Penambahan Bahan Pengawet Terhadap Umur Simpan Nira Siwalan Serta Mutu Gula Merah, Gula Semut, dan Sirup yang Dihasilka*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ferdiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT.Gramedia Utama Pustaka. Jakarta.
- Hesty, L. (2015). PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP TOTAL ASAM CUKA
- Hidayat, dkk. 1997. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- LANDECKER, E.M. 1972 . Fundamental of the Fungi . Prentice Hall Inc . NewYork University. NewYork . USA. pp . 59-61 .
- LODDER, J . 1970 . The Yeast : A Taxonomic Study Second Revised and Enlarged Edition . The Netherland, Northolland Publishing Co ., Amsterdam .
- NIKON. 2004. *Saccharomyces Yeast Cells* : Nikon Microscopy . Phase Contrast ImageGallery .[http//](http://)

www.microscopyu.com/galleries/pliasecontrast/saccharomycnessmall.html (15 Juni 2004) .

- Nurismanto, R. (2014). Pembuatan Asam Cuka Pisang Kepok (*Musaparadisiaca* L.) Dengan Kajian Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Inokulum (*Acetobacteraceti*). *J.PERKAPANGAN*, Vol 8, 2-4.
- Ramadanti, L. (2012). Penghambatan Kerusakan Nia Tebu (*Saccharum Offcinarum*) Menggunakan Ekstrak Akar Kawao (*Milletia Sericea*) Fraksi Larut Ethanol. Jatinangor, Jawa Tengah, Indonesia.
- Rejeki, Y. S. (2011). Pengaruh Kondisi Kultivasi Terhadap Peroduksia Antibakteri Dari Asam Laktat Asam Bekasam Ikan Ssepap Rawa (*Tricogaster Trichopterus*). Bogor, Jawa Barat, Indonesia.
- Rkhoirinnisak, A. (2010, May 24). Blog Mahasiswa Universitas Brawijaya. Retrived April 2013 From :<http://blog.ub.ac.id>
- SANGER. 2004. Peptidase of *Saccharomyces cerevisiae* . <http://merops.sanger.ac.uk/speccards/peptidase/sp000895.htm> . (20 Desember 2004) .
- Shakhashiri. (2008). Acetic Acid And Acetic Anhydride. *General Chemistry*, 2-3.
- Usinger, L & Liu, S. (2011). All About Agar. http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_ideas/MicroBio_Agar. Diakses pada tanggal 18 Mei 2013
- Waluyo S. ,1984, *Beberapa aspek Tentang Pengolahan Vinegar*, Dewa Ruci Press, Jakarta.

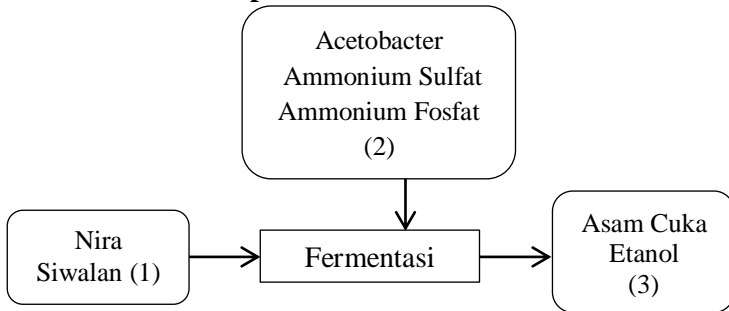
- Waluyo, L. (2010). Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi. UMM Press. Malang.
- Wipradnyadewi, Putu Ari Sandhi, et al. (2004). Isolasi dan Identifikasi *Rhizopus oligosporus* pada Beberapa Inokulum Tempe.

APPENDIKS A

NERACA MASSA

Kapasitas : 1 kg/hari
Operasi : 300 hari/tahun; 24 jam/hari
Satuan Massa : kg
Basis Waktu : 1 hari

A.1 Neraca Massa pada Proses Fermentasi



Aliran 1

No	Komponen	Massa
1	Nira siwalan	1000 gram
TOTAL MASUK		1000 gram

Aliran 2

No	Komponen	Massa
1	Acetobacter	100 gram
2	Ammonium sulfat	0,05 gram
3	Ammonium fosfat	0,33 gram
TOTAL MASUK		100,38 gram

Aliran 3

1. Asam Cuka terbentuk 1,15%

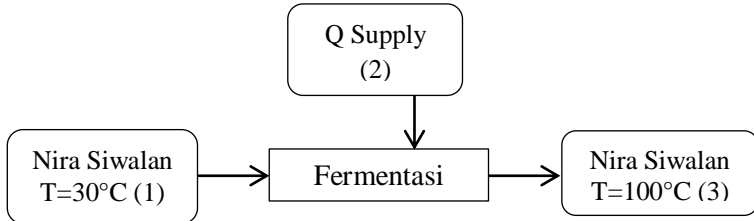
Setelah Fermentasi

- Kadar acetobacter bertambah 30%
- Nutrient habis dimakan bakteri
- Etanol terbentuk hampir 99%

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komponen	Massa	Komponen	Massa
Nira Siwalan	1000	Nira Siwalan	0
Ammonium Sulfat	0,05	Ammonium Sulfat	0
Ammonium Fosfat	0,33	Ammonium Fosfat	0
Asam Cuka	0	Asam Cuka	11,50437
Etanol	0	Etanol	988,8756
TOTAL MASUK	1000,38	TOTAL KELUAR	1000,38

APPENDIKS B NERACA PANAS

B.1 Neraca Panas pada Proses Pemanasan Nira



$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_1 &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 1000 \times 1,005 \times (30-25) \\ &= 5025\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_2 &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 1000 \times 1,005 \times (100-25) \\ &= 75375\end{aligned}$$

Neraca Panas			
Masuk (kcal)		Keluar (kcal)	
ΔH_1	5025	ΔH_2	75375
Q Supply	70350		
TOTAL MASUK	75375	TOTAL KELUAR	75375

APPENDIKS C

C.1 Menghitung Nilai Etanol

$$\begin{aligned}\text{Piknometer kosong} &= 15,90 \text{ gram} \\ \text{Piknometer + Larutan etanol} &= 25,71 \text{ gram} \\ \text{Berat larutan etanol} &= 25,71 - 15,90 \\ &= 9,81 \text{ gram} \\ \text{Volume larutan} &= 10 \text{ ml} \\ \rho \text{ larutan etanol} &= \frac{\text{massa etanol}}{\text{volume etanol}} \\ &= \frac{9,81 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} \\ &= 0,981 \text{ gr/ml} \\ \text{Nilai etanol} &= 14,3\%\end{aligned}$$

(Tabel Hubungan Konsentrasi Etanol dengan Densitas)

C.2 Menghitung Nilai Asetat

Penentuan nilai asetat dapat diperoleh dengan menggunakan sistematika alkalimetri. Dimana asam asetat yang bersifat asam dititrasi dengan menggunakan larutan basa NaOH 10%. Berikut contoh perhitungan nilai asetat pada penggunaan variabel nira siwalan dengan pH 5.

$$\begin{aligned}V_1 \times N_1 &= V_2 \times N_2 \\ 1,1 \times 2,5 &= 10 \times N_2 \\ N_2 &= 1,1\% \\ N_2 &= 0,275 \\ N_2 &= M_2 \\ M_2 &= 0,275 \\ \text{Asumsi } \rho \text{ asam asetat} &= 1 \text{ gr/ml} \\ 1000 \text{ ml asam asetat} &= 1000 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Asam asetat} &= 0,275 \text{ mol} \\
 &= 0,275 \text{ mol} \times 60 \text{ gr/mol} \\
 &= 16,5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{16,5 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100\% = 1,65\%$$

C.3 Menghitung NaOH 10%

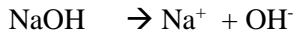
$$\text{BM NaOH} = 40 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Asumsi } \rho = 1 \text{ gr/ml}$$

1000 ml larutan NaOH beratnya 1000 gram

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{1000 \text{ ml}}$$

$$\text{Normalitas} = \frac{\text{mol ekivalen}}{1000 \text{ ml larutan}}$$



$$N = M \times e$$

$$N = M$$

$$\text{NaOH 10\%} = \frac{10}{100} \times 1000 \text{ gram}$$

$$= 100 \text{ gram}$$

$$\text{Mol zat terlarut} = \frac{100 \text{ gram}}{40 \text{ gram/mol}}$$

$$= 2,5 \text{ mol}$$

$$\text{Molaritas NaOH 10\%} = 2,5 \text{ N}$$